

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-131158  
(P2000-131158A)

(43)公開日 平成12年5月12日(2000.5.12)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード*(参考)
G 0 1 L 3/10		G 0 1 L 3/10	F 3 D 0 3 3
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平10-322920

(22)出願日 平成10年10月29日(1998.10.29)

(71)出願人 000004204

日本精工株式会社  
東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72)発明者 力石 一穂

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式  
会社内

(72)発明者 西村 信幸

群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式  
会社内

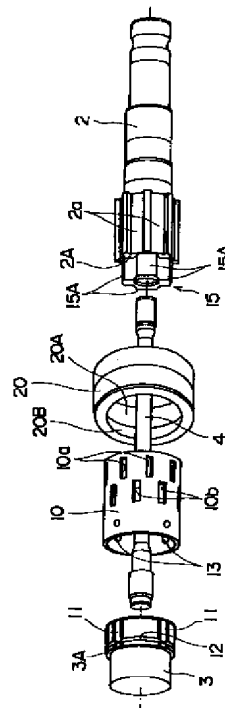
Fターム(参考) 3D033 CA02 CA04 CA05 CA28

(54)【発明の名称】 トルクセンサの製造方法

(57)【要約】

【課題】より信頼性の高いトルクセンサを製造したい。

【解決手段】製造装置用の一対のコイルの各コイル単体でのインピーダンスに、円筒部材10や軸方向に延びる溝2a等の構成に起因してコイル20A、20Bのインピーダンスに生じる偏差を丁度相殺できるような差を与える。偏差は統計的手法により決定する。そのような製造装置用の一対のコイルをコイル20A、20Bと同じ位置に配設し、且つ、その一対のコイルと固定抵抗とでブリッジ回路を形成しておく。そして、その状態で、一対のコイル端の電圧を監視しつつ、入力軸2及び出力軸3を徐々に相対回転させ、一対のコイル端の電圧が一致する回転方向位置を探し、それら電圧が一致した位置で、入力軸2及びトーションバー4端部をピン結合して両者を一体とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 同軸に配設された第1及び第2の回転軸をトーションバーを介して連結するとともに、前記第1及び第2の回転軸と同軸に一对のコイルを配設し、前記第1及び第2の回転軸の相対回転に応じて前記一对のコイルのインピーダンスを互いに逆方向に変化させるインピーダンス可変手段を設け、そして、前記一对のコイルのインピーダンス変化に基づいてトルクを検出するようになっているトルクセンサの製造方法であって、前記インピーダンス可変手段の構成に起因して前記一对のコイルのインピーダンスに表れる偏差の平均値を統計的に予め求めておき、その偏差の平均値を相殺するようなコイル単体としてのインピーダンス差を有する一对のコイルを製造装置用として選別し、前記インピーダンス可変手段の組立を行う際に、前記製造装置用の一对のコイルを用いて、前記インピーダンス可変手段の中立位置を検出することを特徴とするトルクセンサの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、トルクセンサの製造方法に関し、特に、より信頼性の高いトルクセンサを製造できるようにしたものである。

## 【0002】

【従来の技術】この種の従来の技術としては、例えば本出願人が先に提案した特開平8-240491号公報に開示されたものがある。かかる公報に開示されたトルクセンサは、同軸に配設された第1及び第2の回転軸をトーションバーを介して連結するとともに、導電性で且つ非磁性の材料からなる円筒部材を、前記第1の回転軸の外周面を包囲するように、前記第2の回転軸と回転方向に一体とし、前記第1の回転軸の少なくとも前記円筒部材に包囲された被包囲部を磁性材料で形成し、前記被包囲部に軸方向に延びる溝を形成し、前記円筒部材には、前記第1の回転軸との間の相対回転位置に応じて前記溝との重なり具合が変化するように窓を形成し、そして、前記円筒部材の前記窓が形成された部分を包囲するようにコイルを配設し、そのコイルのインダクタンスに基づいてトルクを検出するようになっており、これにより、簡易な構造で高精度のトルク検出が行え、しかも装置の小型化も図られるという効果が得られる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】確かに、上記公報に開示された従来のトルクセンサであれば、上記のような効果を奏することができる。ここで、上記公報に開示されたようなトルクセンサの第1の回転軸、第2の回転軸、トーションバー及び円筒部材を組み立てる際には、円筒部材に形成された窓と、第1の回転軸に形成された軸方向に延びる溝とが、所定の位相関係（トルク零のときの位相関係）になるように第1及び第2の回転軸の回転方向の位置関係を調整するようになっている。具体的に

は、例えば、トーションバーの一端部は、第2の回転軸にスプライン結合し、トーションバーの他端側は、第1の回転軸内に挿入しただけで自由に回転できる状態にしておき、円筒部材の一端部を第2の回転軸に固定し、この状態で、第1の回転軸及び第2の回転軸の相対回転位置を調整し、円筒部材の窓と軸方向溝とが所定位相関係になったことが検出されたときに、トーションバーの他端側を第1の回転軸にピン結合する、というようにしていた。

10 【0004】そして、円筒部材の窓と軸方向溝とが所定位相関係になったことは、製造装置用に設けられた一对のコイルの出力電圧の差を監視することにより検出するのである。つまり、トルクセンサに組み込まれる一对のコイルと同じような位置関係になるように、製造装置用の一对のコイルの内側に第1の回転軸や第2の回転軸を配設し、その製造装置用の一对のコイルは、一对の固定抵抗とともにブリッジ回路を形成するように接続し、それらコイル端の電圧を検出し、二つのコイル端の電圧が一致したとき（差が零になったとき）に、円筒部材の窓と軸方向溝との位相関係が、トルク零のときの位相関係になったと判断し、その状態で、トーションバーの他端側を、第1の回転軸にピン結合するのである。

20 【0005】しかしながら、上記のような円筒部材と軸方向に延びる溝とを利用したトルクセンサの場合、現実には上記公報の実施例にも記載されるように一对のコイルの出力の差動に基づいてトルクを検出する構成であるため、それら一对のコイルは厳密に同特性であることが望ましく、且つ、各コイルが置かれる環境も厳密に同一であることが望ましいにも関わらず、円筒部材はその一端部は第2の回転軸に固定され他端部は開口しているから、一方のコイルは円筒部材の第2の回転軸への取付部位に近く、他方のコイルはその取付部位から遠いし、また、第1の回転軸に形成されている溝はその第1の回転軸の先端部側には開口しているが逆端部側はそうではない。このため、一对のコイルのそれぞれを厳密に同一の環境に置くということは、寸法等に制約のある製品としてのトルクセンサにとっては実際には不可能なことである。

30 【0006】すると、上述したように、円筒部材と軸方向に延びる溝との位相関係を検出するときに、製造装置用として厳密に同特性の一对のコイルを用いてしまうと、それらコイルの内側に第1の回転軸や第2の回転軸を配した状態では一对のコイルのインピーダンスに既に差が生じてしまい、これでは、上記のようにコイル端の電圧が一致したときにトーションバーの他端側を第1の回転軸に固定してしまうと、円筒部材の窓と軸方向溝との位相関係は本来の中立位置からずれてしまうのである。その結果、第1の回転軸と第2の回転軸との相対回転を所定角度範囲に規制するためのストッパ構造の中立位置と、トーションバーに振れが生じていないとき（ト

ルクが零のとき)のストップ構造の位置とがずれてしまうから、それら第1の回転軸及び第2の回転軸の相対回転可能な角度範囲が、回転方向で異なってしまうし、また、トルクが零のときにおける円筒部材の窓と軸方向溝との位相関係も本来の中立位置からずれてしまうため、トルクセンサとしての特性も回転方向で異なってしまう。

【0007】なお、このような不具合は、上記公報に開示された形式のトルクセンサだけに限られたものではなく、第1の回転軸及び第2の回転軸をトーションバーを介して連結し、それらと同軸に一对のコイルを配設し、トルクに応じて一对のコイルのインピーダンスを互いに逆方向に変化させるようになっている形式のトルクセンサであれば、そのインピーダンスを互いに逆方向に変化させるための構成に起因して一对のコイルのインピーダンスには差が生じるため、同様に備えている不具合である。

【0008】本発明は、このような従来の技術が有する未解決の課題に着目してなされたものであって、上記のような組立時における本来の中立位置からのずれを小さくでき、より信頼性の高いトルクセンサを製造することができる方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、同軸に配設された第1及び第2の回転軸をトーションバーを介して連結するとともに、前記第1及び第2の回転軸と同軸に一对のコイルを配設し、前記第1及び第2の回転軸の相対回転に応じて前記一对のコイルのインピーダンスを互いに逆方向に変化させるインピーダンス可変手段を設け、そして、前記一对のコイルのインピーダンス変化に基づいてトルクを検出するようになっているトルクセンサの製造方法であって、前記インピーダンス可変手段の構成に起因して前記一对のコイルのインピーダンスに表れる偏差の平均値を統計的に予め求めておき、その偏差の平均値を相殺するようなコイル単体としてのインピーダンス差を有する一对のコイルを製造装置用として選別し、前記インピーダンス可変手段の組立を行う際に、前記製造装置用の一对のコイルを用いて、前記インピーダンス可変手段の中立位置を検出するようにした。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1乃至図6は本発明の一実施の形態を示す図であって、この実施の形態は、本発明に係るトルクセンサを、車両の電動パワーステアリング装置に適用したものであり、図1は操舵系の要部を示す縦断面図である。

【0011】まず、構成を説明すると、上側ハウジング1A及び下側ハウジング1Bからなるハウジング1内には、トーションバー4を介して連結された入力軸2及び

出力軸3が、軸受5a、5b及び5cによって回転自在に支持されている。これら入力軸2、出力軸3及びトーションバー4は、同軸に配設されていて、トーションバー4の上端側は入力軸2内に深く入り込んだ位置においてその入力軸2にピン結合されて回転方向に一体となっており、また、トーションバー4の下端側は出力軸3にスプライン結合されて回転方向に一体となっている。入力軸2及び出力軸3は鉄等の磁性材料から形成されている。

【0012】そして、入力軸2の上端部には、図示しない自在継ぎ手やステアリングシャフト等を介してステアリングホイールが回転方向に一体に取り付けられており、また、出力軸3の下端部にはピニオン軸3aが一体に形成されていて、ピニオン軸3aはラック軸6に噛合している。これらピニオン軸3a及びラック軸6は、公知のラックアンドピニオン式ステアリング装置を構成するものであり、従って、運転者がステアリングホイールを操舵することにより発生した操舵力は、入力軸2、トーションバー4、出力軸3及びラックアンドピニオン式ステアリング装置を介して、図示しない転舵輪に伝達される。

【0013】さらに、出力軸3には、これと同軸に且つ一体に回転するウォームホイール7が外嵌し、このウォームホイール7の樹脂製の噛合部7aと、電動モータ8の出力軸8a外周面に形成されたウォーム8bとが噛み合っている。従って、電動モータ8の回転力は、その出力軸8a、ウォーム8b及びウォームホイール7を介して出力軸3に伝達されるようになっており、電動モータ8の回転力及び回転方向を適宜制御することにより、出力軸3に適切な操舵補助トルクを付与できるようになっている。

【0014】そして、図1並びに入力軸2、出力軸3(端部のみ)及びトーションバー4を各別に分解した状態の斜視図である図2に示すように、入力軸2の出力軸3に近接した部分の外周面には、入力軸2と同軸の大径部2Aが形成されていて、この大径部2Aの外周面に近接してこれを包囲するように、肉薄の円筒部材10が配設されている。

【0015】即ち、円筒部材10は、導電性で且つ非磁性の材料(例えば、アルミニウム)から形成され、その下端部が、出力軸3の入力軸2側端部外周面に固定されている。具体的には、出力軸3端部の図2とは異なる方向からの斜視図である図3、出力軸3端部の断面図である図4(a)、及びトーションバー4及び円筒部材10を固定した状態での断面図である図5に示すように、出力軸3の入力軸2側端部には、大径部3Aが形成されていて、その大径部3Aの外周面には、軸方向に延びる複数(この例では、4本)の軸方向溝11と、周方向に連続した周方向溝12とが形成されている。なお、図4(b)は同(a)のA方向矢視図であり、同(a)は同

(b)のB-B線断面図に相当する。また、図5(a)は同(b)のC-C線断面図に相当する。

【0016】そして、各軸方向溝11は、互いに周方向に等間隔(90度)離れて、大径部3Aの両端部間に渡って形成されており、また、周方向溝12は、円筒部材10を固定した際にその円筒部材10の端部が位置する付近に形成されている。一方、円筒部材10の内周面には、その下端部から若干張り込んだ位置に、複数(この例では、4つ)の半球状の突起13が形成されている。これら突起13の個数及び形成位置は出力軸3の軸方向溝11に対応して、従って、突起13は、互いに周方向に等間隔(90度)離れている。また、突起13の

高さは、軸方向溝11の深さと同程度である。  
【0017】そして、円筒部材10を大径部3Aに固定する際には、その突起13を軸方向溝11に嵌合させることにより、円筒部材10の出力軸3に対する周方向の位置決めを行い、それから円筒部材10を押し込み、その端部を周方向溝12に近接させ、その状態で円筒部材10端部を内側にかしめて周方向溝12に食い込ませる。つまり、出力軸3に対する円筒部材10の周方向位置は、軸方向溝11に突起13が嵌合することにより固定され、出力軸3に対する円筒部材10の軸方向位置は、その端部が周方向溝12に食い込むことにより固定されている。

【0018】また、出力軸3の入力軸2側端部には、トーションバー4とのスプライン結合用のスプライン孔3Bが同軸に形成されるとともに、そのスプライン孔3Bの端面側内周面には、メスストップ14が形成されている。メスストップ14は、図4に詳細に図示されるように、内周面が径方向外側に凹んだ四つの凹部14Aを有する十字形の孔である。

【0019】そして、メスストップ14に対応して、入力軸2の端部には、オスストップ15が形成されている。オスストップ15は、図2に詳細に図示されるように、外周面が径方向外側に突出した四つの凸部15Aを有する十字形の軸であって、各凸部15Aの周方向の幅は、凹部14Aの周方向の幅よりも若干小さくなっている。これにより、入力軸2及び出力軸3間の相対回転を所定角度範囲(±5度程度)に規制するようになっている。

【0020】一方、円筒部材10の組立後に大径部2Aを包囲する部分には、突起13から遠い側に、周方向に等間隔離隔した長方形の複数の窓10aが形成され、突起13に近い側に、窓10a、…、10aと位相が180度ずれるように、周方向に等間隔離隔した長方形の複数の窓10bが形成されている。

【0021】これに対し、入力軸2の大径部2Aには、軸方向に延びる複数の溝2aが等間隔に形成されている。但し、溝2aの本数は、窓10a、10bのそれぞれの個数と同じである。そして、入力軸2と出力軸3と

の間に相対回転が生じていないとき(操舵トルクが零のとき)に、各溝2aの幅方向中心と、窓10aの幅方向中心との位相が90度となるように位置し、各溝2aの幅方向中心と、窓10bの幅方向中心との位相が逆方向に90度となるように位置するようになっている。具体的な組立手順については、後述する。

【0022】図1に戻って、上側ハウジング1Aの内側には、円筒部材10を包囲するように、同一規格のコイル20A、20Bが巻き付けられたボビンを内周側に支持する磁性材料からなるヨーク20が固定されている。但し、コイル20A、20Bは円筒部材10と同軸になっていて、一方のコイル20Aは、円筒部材10の窓10a、…、10aが形成された部分を包囲し、他方のコイル20Bは、円筒部材10の窓10b、…、10bが形成された部分を包囲している。

【0023】そして、各コイル20A、20Bの端部20aは、上側ハウジング1Aに形成されたセンサケース21内に収容された基板22に接続されていて、基板22上には、図示しないモータ制御回路が構成されている。モータ制御回路の具体的な構成は本発明の要旨ではないため、詳細には説明しないが、例えば上記特開平8-240491号公報に開示されるように、所定周波数の交流電流をコイル20A、20Bに供給する発振部と、コイル20Aの自己誘導起電力を整流及び平滑して出力する第1整流平滑回路と、コイル20Bの自己誘導起電力を整流及び平滑して出力する第2整流平滑回路と、第1、第2整流平滑回路の出力の差を増幅して出力する差動アンプと、差動アンプの出力から高周波ノイズを除去するノイズ除去フィルタと、ノイズ除去フィルタの出力に基づいて入力軸2及び円筒部材10の相対回転変位方向及び大きさを演算しその結果に例えば所定の比例定数を乗じて操舵系に発生している操舵トルクを求めるトルク演算部と、トルク演算部の演算結果に基づいて操舵トルクを軽減する操舵補助トルクが発生するような駆動電流を電動モータ8に供給するモータ駆動部と、を備えて構成することができる。

【0024】次に、入力軸2、出力軸3、トーションバー4及び円筒部材10を組み立てる際の具体的な手順について説明する。即ち、溝2aと窓10a、10bとの重なり具合が上述のようになるように、入力軸2と円筒部材10との位相合わせを行うことが必要なのであるが、円筒部材10は出力軸3に固定されるものであり、入力軸2及び出力軸3はトーションバー4を介して結合されるものであるため、各部の位相関係を以下のように決定しておく。

【0025】先ず、操舵トルクが零の際に、入力軸2に形成されたオスストップ15と、出力軸3に形成されたメスストップ14とを中立位置で組み合わせられるようにしたい。つまり、操舵トルクが零である(トーションバー4が捩じれていない)組立時に、凹部14Aの中央部

10

20

30

40

50

に凸部15Aが位置すればよいのであるから、オスストップ15の各凸部15Aの周方向位置を入力軸2の各部位の位相を考える際の基準とし、メスストップ14の各凹部14Aの周方向位置を出力軸3の各部位の位相を考える際の基準とする。

【0026】そこで、入力軸2に関しては、大径部2Aに形成される溝2a、…、2aの周方向位置を、凸部15Aを基準に決定しておく。これに対し、出力軸3に関しては、大径部3Aの外周面に形成される軸方向溝11、…、11の周方向位置を、凹部14Aを基準に決定する。

【0027】さらに、円筒部材10に関しては、各窓10a、…、10a、10b、…、10bの周方向位置を、突起13を基準に決定しておく。このように各部位の周方向位置を決定できれば、各溝2a、…、2aと、各窓10a、…、10a、10b、…、10bとの位相関係を、所望の関係にすることができる。

【0028】そして、実際に組み立てる際には、製造装置用の一對のコイルを用意する。かかる製造装置用の一對のコイルは、基本的には、トルクセンサ内に組み込まれるコイル20A、20Bと同一規格でよいのであるが、本実施の形態では、それら製造装置用の一對のコイルの各コイル単体でのインピーダンスに、所定の偏差を与えている。つまり、所定の偏差になるような一對のコイルを、製造装置用として選別することとしている。

【0029】その所定の偏差とは、コイル20A、20Bのインピーダンスにトルクに応じて互いに逆方向に変化を与える手段である円筒部材10や軸方向に延びる溝2a等の構成に起因して、それらコイル20A、20Bのインピーダンスに生じる偏差を丁度相殺できるような値のことであり、より具体的には、次のような統計的手法により決定される。

【0030】即ち、入力軸2、出力軸3、トーションバー4及び円筒部材10を実際に組み立てたもの（但し、入力軸2とトーションバー4とは結合せず、入力軸2及び出力軸3が自由に相対回転できるようにする）を多数用意し、その用意された物のそれぞれについて、コイル10Aと同様に配置となるようにコイルを配設した状態で、入力軸2と出力軸3とを相対的に回転させながら、コイルのインピーダンスをLCRメータを用いて測定し、次いで、同じコイルをコイル10Bと同様の配置となるように配設した状態で、同じく入力軸2と出力軸3とを相対的に回転させながら、コイルのインピーダンスを測定する。そして、それら二回測定されたインピーダンスの中央値（メスストップ14及びオスストップ15が中立位置関係にあるときの値）の差（中央値偏差）を求め、その中央値偏差を上記用意されたそれぞれの物について求められたら、その平均値を求め、その平均値を、上述した円筒部材10や軸方向に延びる溝2a等の構成に起因してコイル20A、20Bのインピーダンス

に生じる偏差として認識する。そこで、その偏差を丁度相殺できるような偏差を有する一對のコイルを、コイル単体でのインピーダンスが既知である多数のコイルの中から見つけ出し、その見つけ出された一對のコイルを、製造装置用の一對のコイルとして用いるのである。

【0031】そして、そのような製造装置用の一對のコイルをコイル20A、20Bと同じ位置に配設し、且つ、その一對のコイルと固定抵抗とでブリッジ回路を形成しておく。その製造装置用の一對のコイルの内側に、入力軸2、出力軸3、トーションバー4及び円筒部材10を配設する。但し、このときは、円筒部材10は上述の手順により出力軸3に固定され、トーションバー4の一端部は出力軸3にスプライン結合されているが、入力軸2及びトーションバー4他端部間は固定していない状態である。そして、その状態で、一對のコイル端の電圧を監視しつつ、入力軸2及び出力軸3を徐々に相対回転させ、一對のコイル端の電圧が一致する回転方向位置を探し、それら電圧が一致した位置で、入力軸2及びトーションバー4端部をピン結合して両者を一体とし、組立を完了する。

【0032】このような手順を経て入力軸2、出力軸3、トーションバー4及び円筒部材10を組み立てれば、円筒部材10や軸方向に延びる溝2a等の構成に起因してコイル20A、20Bに表れるインピーダンス偏差を、結果としてキャンセルできる。

【0033】つまり、製造装置用の一對のコイルの両方が完全に同規格のものであったとしても、入力軸2や出力軸3の組立の際にそれら一對のコイルに表れるインピーダンスと位相（回転角）との関係は、図6に実線Xと破線Yとで示すように、円筒部材や軸方向に延びる溝2の各コイルに対するアンバランスに起因して一方が他方に比べて振幅方向にずれてしまい（非対称性に起因するインピーダンス変化特性のズレ）、両コイルのインピーダンスが一致する位相が中立位相からずれてしまい（中立位相のズレ）、結果として、円筒部材10の窓10a、10bと軸方向に延びる溝2aとの間の位相にずれが残ったまま組立が行なわれてしまうのである。

【0034】これに対し、本実施の形態のように、所定の偏差を与えた一對のコイルを製造装置用として用いると、入力軸2や出力軸3の組立の際にそれら一對のコイルに表れるインピーダンスと位相との関係は、例えば図6に実線Xと実線Zとで示すように振幅方向のずれが打ち消された、丁度逆位相の関係になり、両方のインピーダンスが一致する位相と機械的な中立位相とが一致する、つまりメスストップ14とオスストップ15とが中立位置で組み合わせられるようになるから、入力軸2及び出力軸3の相対回転可能な角度範囲が回転方向によって一致しない可能性及び一致しない場合のその量を低減できるし、また、トルクセンサの回転方向による特性差をより小さくすることができる。よって、それだけ信頼性

の高いトルクセンサを製造することができるのである。

【0035】さらに、上記のような入力軸2や出力軸3の位相関係を確実に得るためには、各部の加工精度が極めて重要である。そこで、本実施の形態では、入力軸2に関しては、溝2aやオスストッパ15を冷間鍛造により入力軸2と一体に形成するとともに、出力軸3に関しては、溝11を冷間鍛造により出力軸3と一体に形成することとしている。

【0036】次に、本実施の形態の動作を説明する。今、操舵系が直進状態にあり、操舵トルクが零であるものとすると、入力軸2及び出力軸3間には相対回転は生じない。従って、入力軸2と円筒部材11との間にも相対回転は生じない。

【0037】これに対し、ステアリングホイールを操舵して入力軸2に回転力が生じると、その回転力は、トーションバー4を介して出力軸3に伝達される。このとき、出力軸3には、転舵輪及び路面間の摩擦力やラックアンドピニオン式ステアリング装置のギアの噛み合い等の摩擦力に応じた抵抗力が生じるため、入力軸2及び出力軸3間には、トーションバー4が振じれることによって出力軸3が遅れる相対回転が発生し、入力軸2及び円筒部材10間にも相対回転が生じる。そして、その相対回転の方向及び量は、ステアリングホイールの操舵方向や発生している操舵トルクに応じて決まってくる。

【0038】入力軸2及び円筒部材10間に相対回転が生じると、溝2aと、窓10a、…、10a、10b、…、10bとの重なり具合が当初の状態から変化するし、窓10a、…、10aと窓10b、…、10bとの位相関係を上記のように設定しているため、溝2aと窓10a、…、10aとの重なり具合と、溝2aと窓10b、…、10bとの重なり具合とは、互いに逆方向に変化する。

【0039】その結果、入力軸2及び円筒部材10間の相対回転に応じて、コイル20Aの自己インダクタンスと、コイル20Bの自己インダクタンスとは、互いに逆方向に変化するから、コイル20Aのインピーダンスと、コイル20Bのインピーダンスとは、同じく互いに逆方向に変化し、それらコイル20A、20Bの自己誘導起電力も互いに逆方向に変化するようになる。よって、コイル20A、20Bの自己誘導起電力の差を求めると、その差は、操舵トルクの方

向及び大きさに従ってリニアに変化するようになる。その一方で、温度等による自己インダクタンスの変化は、モータ制御回路内の差動アンプにおいてキャンセルされる。

【0040】そして、モータ制御回路内のトルク演算部が、差動アンプの出力に基づいて操舵トルクを求め、モータ駆動部が、その操舵トルクの方

向及び大きさに従ってリニアに変化するようになる。その一方で、温度等による自己インダクタンスの変化は、モータ制御回路内の差動アンプにおいてキャンセルされる。

【0041】さらに、本実施の形態では、出力軸3の端部に、複数の軸方向溝11と、周方向溝12とを形成し、軸方向溝11に円筒部材10の突起13を嵌合させ、円筒部材10の端部をかしめて周方向溝12に食い込ませているため、鉄製の出力軸3とアルミニウム製の円筒部材10という材料の異なる部材間であっても、熱膨張係数の違いなどに起因して保持力が低減するようなこともない。このため、円筒部材10の出力軸3に対する相対的な周方向位置や軸方向位置が当初の状態からずれ、それがトルク検出値に含まれてしまう可能性を大幅に低減できるのである。よって、安全性の点から高い信頼性が必要な電動式パワーステアリング装置用のトルクセンサとして、極めて好適である。

【0042】また、本実施の形態では、溝2a及びオスストッパ15を冷間鍛造により入力軸2と一体に形成するとともに、軸方向溝11を冷間鍛造により出力軸3と一体に形成しているため、組立時の位相合わせが容易であり、製造コストの低減に寄与できるという利点もある。

【0043】ここで、本実施の形態では、入力軸2が第2の回転軸に対応し、出力軸3が第1の回転軸に対応し、溝2a、円筒部材10、窓10a、10bによってインピーダンス可変手段が構成される。なお、上記実施の形態では、本発明に係るトルクセンサを車両用の電動式パワーステアリング装置に適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、他の用途のトルクセンサであっても、本発明は当然に適用することができる。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、インピーダンス可変手段の構成に起因して一対のコイルのインピーダンスに表れる偏差の平均値を統計的に予め求めておき、その偏差の平均値を相殺するようなコイル単体としてのインピーダンス差を有する一対のコイルを製造装置用として選別し、インピーダンス可変手段の組立を行う際に、製造装置用の一対のコイルを用いてインピーダンス可変手段の中立位置を検出するようにしたため、第1の回転軸及び第2の回転軸の相対回転可能な角度範囲が回転方向によって一致しない可能性及び一致しない場合のその量を低減できるし、また、トルクセンサの回転方向による特性差をより小さくすることができ、それだけ信頼性の高いトルクセンサを製造することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の全体構成を示す縦断面図である。

1 1

1 2

【図2】実施の形態の要部を構成する各部材の斜視図である。

【図3】出力軸端部の図2とは異なる方向からの斜視図である。

【図4】出力軸端部の構成を示す図である。

【図5】トーションバーを組み込んだ状態での出力軸端部の構成を示す図である。

【図6】製造装置用の一对のコイルのインピーダンスと位相との関係を示す波形図である。

【符号の説明】

1 ハウジング

2 入力軸（第2の回転軸）

2A 大径部

2a 溝

3 出力軸（第1の回転軸）

4 トーションバー

10 円筒部材

11 縦方向溝

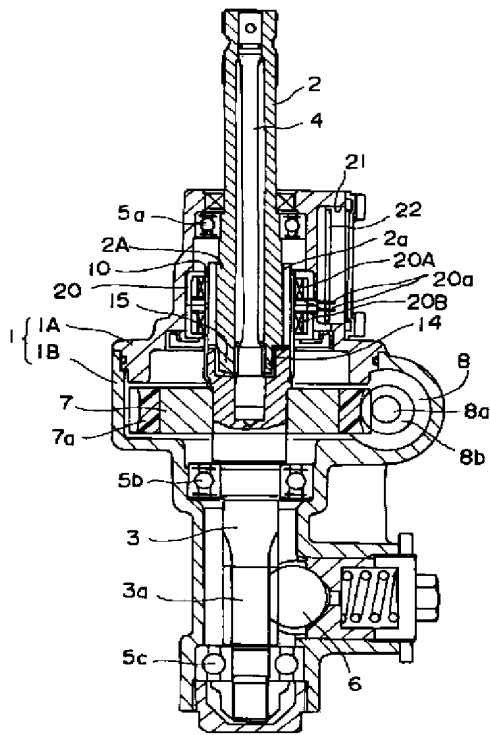
12 周方向溝

13 突起

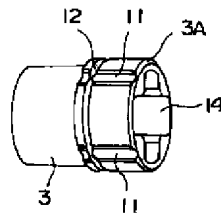
10 14 メスストップ

15 オスストップ

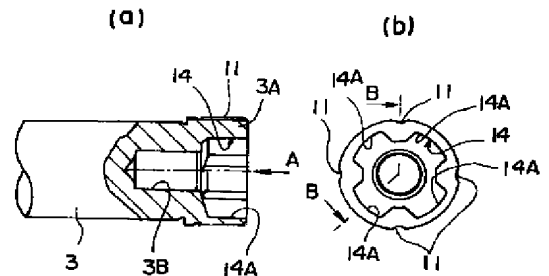
【図1】



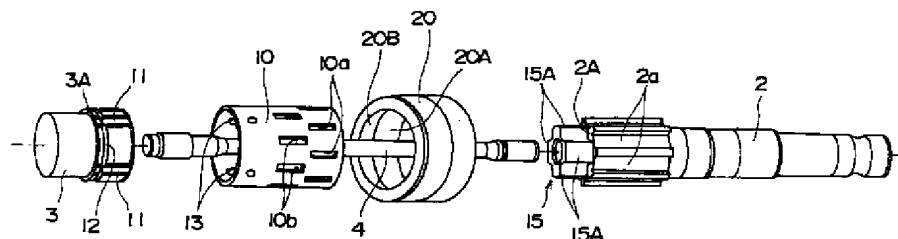
【図3】



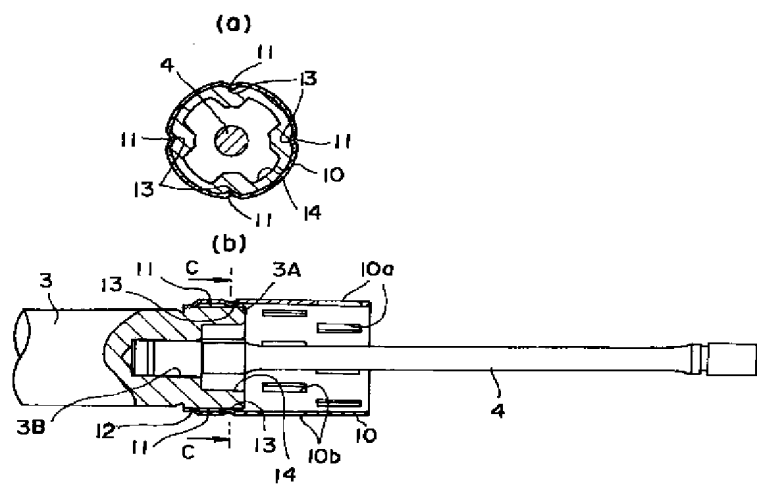
【図4】



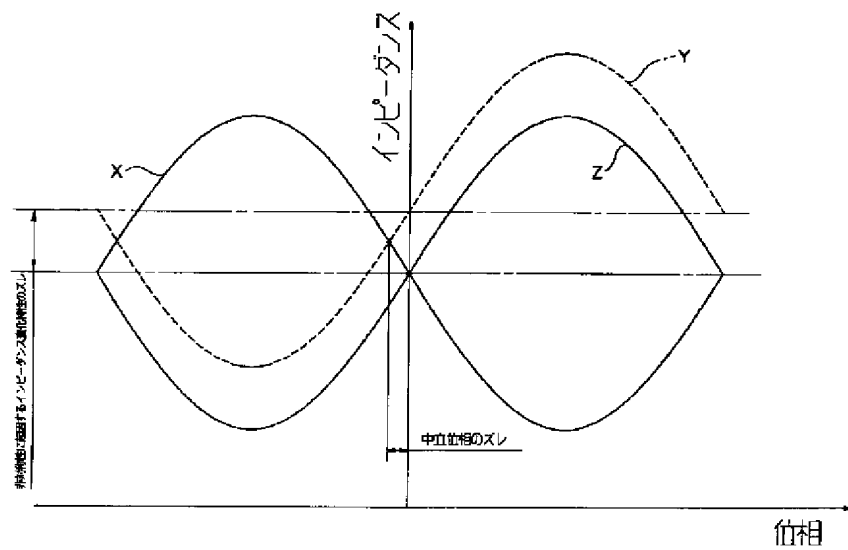
【図2】



【図5】



【図6】





**PAT-NO:** JP02000131158A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2000131158 A  
**TITLE:** MANUFACTURE OF TORQUE SENSOR  
**PUBN-DATE:** May 12, 2000

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
CHIKARAISHI, KAZUO	N/A
NISHIMURA, NOBUYUKI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
NSK LTD	N/A

**APPL-NO:** JP10322920  
**APPL-DATE:** October 29, 1998

**INT-CL (IPC):** G01L003/10 , B62D005/04

**ABSTRACT:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture a more reliable torque sensor by suppressing shift from an original neutral position when the torque sensor is assembled.

SOLUTION: Impedance of each of a pair of coils for a manufacturing apparatus is imparted with a difference for canceling the deviation in the impedance of coils 20A, 20B caused by the

arrangement of a tubular member 10 or a groove 2a, or the like, extending in the axial direction. The deviation is determined by a statistic method. A bridge circuit is formed of the pair of coils 20A, 20B of such a manufacturing apparatus and fixed resistors arranged at the same positions. Input and output shafts 2, 3 are then turned relatively and gradually under that state while monitoring the voltages at the end of the pair of coils and a rotational direction where the both voltage match each other is searched. At the position where both the voltage match each other, the input shaft 2 and a torsion bar 4 are pin jointed at the end parts thereof thus integrating them.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO